

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-332385

(43)Date of publication of application : 14.12.1993

(51)Int.Cl.

F16F 7/12

B62D 25/12

(21)Application number : 04-137198

(71)Applicant : TOYOTA AUTOM LOOM WORKS
LTD

(22)Date of filing : 28.05.1992

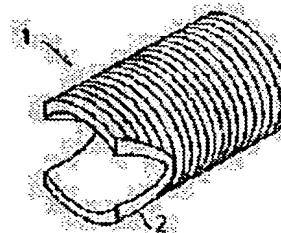
(72)Inventor : MIYASHITA YASUMI
ANAHARA AKIJI
YASUI YOSHIHARU

(54) ENERGY ABSORBING MEMBER

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide high ability of absorbing an impact even against a load from a diagonal direction and further to improve energy absorbing efficiency per member weight without generating unexpected load at the time of collision deformation.

CONSTITUTION: An energy absorbing member 1 is formed into a shape that one end of a tubular body of circular section is diagonally cut off. An area in an end part of the tubular body in a side, where a tilt surface 2 is formed, is generated 2/3 times or less the sectional area of a complete tubular part. The energy absorbing member 1 is formed of FRP(fiber reinforced plastic) of reinforcing synthetic resin by a long fiber (filament), into a condition that the filament is wound in a circumferential direction.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-332385

(43)公開日 平成 5 年(1993)12月14日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 F 7/12		9240-3 J		
B 6 2 D 25/12	M			

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-137198

(22)出願日 平成 4 年(1992) 5 月28日

(71)出願人 000003218

株式会社豊田自動織機製作所
愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地

(72)発明者 宮下 康己

愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会
社豊田自動織機製作所内

(72)発明者 穴原 明司

愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会
社豊田自動織機製作所内

(72)発明者 安居 義治

愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会
社豊田自動織機製作所内

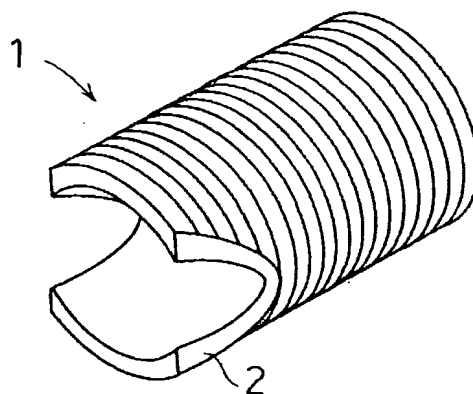
(74)代理人 弁理士 恩田 博宣

(54)【発明の名称】 エネルギー吸収部材

(57)【要約】

【目的】 衝突変形時に突発的な荷重を発生せず、斜め方向からの荷重に対しても高い衝撃吸収能力を持ち、しかも部材重量当たりのエネルギー吸収効率が良いエネルギー吸収部材を提供する。

【構成】 エネルギー吸収部材 1 は、断面が円形の筒状体の一端を斜めに切り取った形状に形成されている。傾斜面 2 が形成された側の筒状体の端部の面積は、完全な筒状部の断面積の $2/3$ 以下となっている。エネルギー吸収部材 1 は合成樹脂を長繊維（フィラメント）で補強した FRP（繊維強化プラスチック）で形成され、フィラメントが周方向に巻き付けられた状態に形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 強化繊維が少なくとも周方向に巻回され、マトリックスで充填された繊維強化複合材料で筒状に形成し、筒状体の一方の端部の面積が完全な筒状部の断面積の2/3以下となるように、かつ断面積が軸方向に連続的に変化するように斜めに切り取った形状としたエネルギー吸収部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は自動車に装備されるバンパの支持部材やヘリコプターの床下部などに使用されるエネルギー吸収部材に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 自動車には衝突時における車体及び搭乗者の保護のため、一般に車体の前後に衝突時の衝撃エネルギーを吸収するバンパが取り付けられている。バンパは自動車が障害物と衝突した際に加わる大きな負荷に対して非可逆的にエネルギーを吸収する必要がある。そして、吸収エネルギーを大きくするため、従来からバンパ本体を支持する支持部材の材質や構造の改良が種々なされている。

【0003】 又、ヘリコプターの座席床下部にも不慮の故障で機体が着地する際の衝撃を少しでも和らげ、特に搭乗者への影響を軽減するために、軽量でエネルギー吸収機能の高い部材が求められている。

【0004】 例えば、1988年2月18日公開のドイツ特許(3626150)には、繊維強化プラスチックから成る弾性変形可能な減衰成形体を介してバンパを車体のステイに取り付けたものが開示されている。減衰成形体は実質的にリング状に形成され、減衰成形体を形成する繊維強化プラスチックの強化繊維は周方向に配列されている。そして、減衰成形体はその側面から衝撃力が加わる状態、すなわち衝撃力が加わる方向に対して減衰成形体の軸が直交する状態で使用される。

【0005】 又、特開昭57-124142号公報にはバンパに使用する衝撃保護用構造材として、図10に示すように繊維複合材料(例えばエポキシ樹脂含浸ガラス繊維)製の条帯21からなる網状組織で円筒状に形成された構造体22が提案されている。構造体22は筒の軸方向に圧縮荷重が加わる状態で使用され、構造体22に軸方向の荷重が作用すると網状組織の対向する結節点23において層間剥離を起こし、剪断降伏が繊維とマトリックスとの界面で生ずることによりエネルギーを段階的に吸収するようになっている。条帯21は構造体22の長手方向軸線に対して30~60度の傾斜角をもって傾斜されている。又、各結節点23は約10層の繊維複合材料製の条帯21で形成されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、前記ドイツ特許に開示されたような実質的にリング状の繊維強化プ

ラスチックに、その側面から外力を加えて破壊すると、変形部位は荷重と同方向の部位のみで破壊され、外力に対して直角方向の部位は実質的に元のままの形状を残し破壊されない。従って、部材に荷重を加えた際の圧縮変形過程で発生する応力と変形量の積(具体的には圧縮荷重-変位量曲線と変位量を表す軸との間の面積)で表されるエネルギー吸収量が極めて小さく、部材重量当たりの効率が悪いという問題がある。

【0007】 一方、特開昭57-124142号公報に開示された筒状の衝撃保護用構造材は、筒の軸方向から圧縮荷重が加わるようにバンパを支持した状態で使用される。従って、圧縮荷重を加えて破壊を行った場合は全ての部位が破壊されるため、側方から圧縮荷重が加わった場合に比較して部材重量当たりのエネルギー吸収効率を高めることができる。しかし、条帯21の交差角が30~60度の網目組織で構成されているため、軸方向の圧縮荷重が作用すると網目組織の変形により筒状体が小荷重で容易に圧縮変形するという問題がある。又、バンパ支持部材のように人体への衝撃を小さくするという条件がある場合には、荷重の最大値を人体への影響の低いレベルに抑える必要があり、荷重変動の激しい場合には全体としてのエネルギー吸収量が小さくなる。従って、人体への衝撃を小さく、しかも変形時のエネルギー吸収量を大きくするという要求を満たすためには、突発的な荷重の発生を防止し、圧縮荷重-変位量曲線をできるだけ荷重変動の少ない平坦なレベルに保つことが重要となる。しかし、この衝撃保護用構造材は変位量の増加に伴って荷重が逐次低下していくため、エネルギー吸収量が大きくなり難いという問題がある。

【0008】 本発明は前記の問題点を鑑みてなされたものであって、その目的は自動車の衝突時やヘリコプターのローター故障による着地時の衝撃を和らげ、搭乗者への影響を軽減するため、衝突変形時に突発的な荷重を発生せず、斜め方向からの荷重に対しても高い衝撃吸収能力を持ち、しかも部材重量当たりのエネルギー吸収効率が良いエネルギー吸収部材を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 前記の目的を達成するため本発明においては、強化繊維が少なくとも周方向に巻回され、マトリックスで充填された繊維強化複合材料で筒状に形成し、筒状体の一方の端部の面積が完全な筒状部の断面積の2/3以下となるように、かつ断面積が軸方向に連続的に変化するように斜めに切り取った形状とした。

【0010】

【作用】 本発明のエネルギー吸収部材は筒部の軸方向から圧縮荷重を受けるように取り付けられる。エネルギー吸収部材の軸方向に荷重がかかると面積の小さな側の端部から徐々に破壊が始まる。そして、破壊によって起こる強化繊維に沿った円周方向の層間剥離が、逐次完全な

円筒部にも伝播していき、層間剥離の発生による荷重変動を示すが、全体的にはほぼ一定の荷重レベルを保って変化し、その間に大きなエネルギーを吸収する。又、エネルギー吸収部材が軸方向から圧縮荷重を受けて破壊される場合、筒状体の全周にわたって全ての部位で座屈破壊を起こしてエネルギーを吸収する。従って、部材重量当たりのエネルギー吸収効率が良くなる。

【0011】

【実施例】以下、本発明を具体化した一実施例を図1～図8に従って説明する。図1に示すように、エネルギー吸収部材1は、断面が円形の筒状体の一端を斜めに切り取った形状に形成されている。切り取り箇所は2か所設けられ、軸と直交する面に対して所定の角度をなす傾斜面2が対称に2個形成されている。エネルギー吸収部材1は合成樹脂を長繊維（フィラメント）で補強したFRP（繊維強化プラスチック）で形成され、フィラメントが周方向に巻き付けられた状態に形成されている。

【0012】エネルギー吸収部材1はガラス繊維（フィラメント）に樹脂を附着しながらマンドレル上に巻き付けた後、樹脂を加熱硬化させるフィラメントワインディング法によりFRP円筒を形成し、その一端を所定の角度で裁断加工することにより形成される。

【0013】このエネルギー吸収部材1は軸方向から圧縮荷重を受ける状態で、バンパの支持部材としてあるいは、直接荷重が作用する衝撃保護部材として使用される。このように強化繊維が周方向に巻回された筒状体に軸方向の荷重を加えて圧縮破壊すると、筒状体は筒状体の全周にわたって全ての部位で座屈破壊を起こしてエネルギーを吸収する。従って、筒状体を構成する材料の重量が小さいにも拘らず、大きなエネルギーを吸収し、極めて効率のよい優れたエネルギー吸収部材となる。

【0014】繊維の巻回方向が筒状体の軸に直角な周方向に近い程、全層の繊維が互いに平行に配列され、繊維相互の錯綜による繊維間の空隙が減少し、繊維の充填率が高められる。筒状体に外部から加えられる荷重を支えるのは主に繊維であり、繊維充填率の高い程、大きな荷重を担うことができ、吸収エネルギーも増大する。

【0015】繊維の配列が平行に揃っていると、それに直角な荷重により繊維相互の横擦り的な変位が多くの部分で発生し、細かい円輪状の細片となって細分化されつつ崩壊するため、同じ重量でも多くのエネルギーを吸収することができる。

【0016】繊維の配列が軸方向に立っていくと軸対称の配列により、交差角度が大きくなり、平行度の乱れから生じる間隙も大きくなって網目状となる。この状態で軸方向の圧縮荷重が作用すると、組織の変形により小荷重で容易に筒状体が圧縮変形し、吸収エネルギーも小さくなって好ましくない。従って、筒状体の周方向に巻回される繊維はできるだけ軸に直角な配列であることが好ましい。

【0017】筒状体の断面積が軸方向に沿って一定の場合、軸方向から圧縮荷重を受けると、全荷重が筒状体の全断面に均等に作用し、筒状体が一つの剛体として挙動し、平均荷重以上の大きな荷重に耐える。しかし、筒状体の最弱点部に層間剥離が起こり、剪断破壊が発生すると、亀裂が一挙に拡大して筒状態が崩壊し、荷重は瞬時に大幅な低下を示す。しかし、その後、次第に荷重が増加し始めて筒状体の断面積同様の荷重レベルに上昇して、その荷重を維持しつつ変形が進行し、その間に破壊エネルギーを吸収する。しかし、吸収エネルギーは変位×荷重によって算出され、一旦崩壊した後の低荷重レベルのため、全吸収エネルギーは極めて小さい値となる。

【0018】これに対して、本発明のエネルギー吸収部材1は筒状体の一端側が斜めに裁断された形状であり、筒状体の断面積は一端側から軸方向に連続的に変化し、途中から他端の面積と同じとなっている。このような筒状体に軸方向の圧縮荷重がかかると、断面積の小さな側から徐々に破壊を始め、破壊によって起こる繊維の配列方向（円周方向）に沿った層間剥離が、逐次完全な筒状部分にも伝播していく。そして、層間剥離の発生による荷重変動を示すものの、全体的にはほぼ一定の荷重レベルを保って変化し、その間に大きなエネルギーを吸収できる。

【0019】一方、図2に示すようにFRP円筒の先端にテーパ部3aを形成したエネルギー吸収部材3の場合も、筒状体の破壊初期に見られる突発的な荷重変動を避けることはできる。しかし、このように筒状体の先端にテーパ部3aを設けることは、筒状体の端部が全周にわたって肉薄になる。その結果、正面からの圧縮荷重に対しては端部の全面積が有効に働くため支障はないが、筒状体の軸に対して斜め方向からの圧縮荷重（斜め荷重）に対しては、その一部しか寄与せず、荷重レベルが低下し、吸収エネルギーが小さくなる。又、端部にテーパ部を形成することは先端が肉薄の鋭利な面を形成するため、衝突時に前方の物体に切傷を与える危険性も含んでいる。

【0020】しかし、筒状体の肉厚を全長にわたって均一とし、一端側に傾斜面2を設けたエネルギー吸収部材1の場合は、斜め荷重に対し、傾斜面2のある端部のどの方向より荷重が付加されても、変位の生じる点での筒状体の断面積はテーパ部3aに比較して大きい。従って、吸収エネルギーも増大する。又、テーパ部と異なり、肉薄の鋭利な面がなく、安全性にも優れている。

【0021】エネルギー吸収部材1の先端面の面積及び傾斜面2の筒状体軸に対する傾斜角度は、圧縮変形時に許容される最大荷重と荷重速度によって決定される。発生する最大荷重を小さくするためには主に先端面の面積を小さくする。又、傾斜角度は5°以上が好ましく、荷重速度が大きい場合には傾斜角度を大きくとる方が好ましい。先端面の面積を小さくする程、初期圧縮荷重の突

発を小さくすることができるが、先端面の面積を極度に小さくすると、先端が竹槍の様な形状となる上、その部位の吸収エネルギーが減少するため面積の大きい方が好ましく、その限度は円筒面積の $2/3$ とすべきである。図 3 は端部面積と円筒面積の比によって破壊初期の最大荷重がどのように変化するかをプロットしたもので、最大荷重は、端部面積が減少する程直線的に低下し、筒状体が端部から安定的に破壊する時に示す筒状体固有の破壊荷重（のピーク値＝1）の線と交わる。データのバラツキを考慮して端部面積は筒状体面積の $2/3$ 以下であ

【0022】エネルギー吸収部材 1 を自動車等の移動体において、バンパ等を介さずにエネルギー吸収部材 1 が直接荷重を受ける状態で使用する場合、最も荷重が加わり易い方向にエネルギー吸収部材 1 の先端が向かうように設置するのが好ましい。すなわち、移動体の前部又は後部の中央寄りに設置する場合はエネルギー吸収部材 1 を前進又は後進方向と平行に設置し、側部に設置する場合は先端が斜め前方あるいは斜め後方に向かうように設置するのが好ましい。

【0023】次にフィラメントとして直径 $13\mu\text{m}$ のガラス繊維 (2310 tex) を、合成樹脂としてエポキシ樹脂をそれぞれ使用して製造したエネルギー吸収部材について、より具体的に説明する。

【0024】エポキシ樹脂に硬化剤を配合した液を付着しながら、直径 50mm の金属円筒（マンドレル）上にガラス繊維をほぼフープ状に巻付けて厚さ 4mm の円筒とした。次に熱風炉中に 8 時間入れて樹脂を硬化させた後、マンドレルから外して、繊維充填率 65% の FRP 円筒を得た。この FRP 円筒を加工して 2 個の傾斜面 2 を有する本発明のエネルギー吸収部材 1 と、先端にテーパ部 3 a を有する比較例としてのエネルギー吸収部材 3 とを形成した。

【0025】比較例のエネルギー吸収部材 3 は、先端に軸線に対してほぼ 30° の角度を有するテーパ部 3 a が形成されている。テーパ部 3 a は先端の厚さが 1mm となるように切削加工で形成した。一方、本発明のエネルギー吸収部材 1 は先端面の面積が、前記比較例のエネルギー吸収部材 3 の先端面の面積と同一となり、かつ傾斜面 2 と先端面との成す角度がほぼ 19° となるように 2 か所で裁断されている。傾斜面 2 の角度の設定は、テーパ部 3 a の長さ $L1$ と、傾斜面 2 の長さ $L2$ とが一致するようにした。

【0026】前記両エネルギー吸収部材 1 に対して、軸方向からの圧縮荷重を加えた場合の圧縮荷重と変位量との関係を測定した結果を図 5、6 に示す。又、両エネル

ギー吸収部材 1 に対して、斜め 30° の方向からの圧縮荷重を加えた場合の圧縮荷重と変位量との関係を測定した結果を図 7、8 に示す。なお、斜め荷重を加える場合は、図 4 に示すようにエネルギー吸収部材 1、3 を所定の角度に傾けた状態でその基端を治具 4 で固定し、矢印方向から荷重を加えた。

【0027】軸圧縮の場合は、本発明のエネルギー吸収部材 1 と比較例のエネルギー吸収部材 3 とでその挙動にあまり差が見られず、エネルギー吸収量も殆ど同じである。一方、斜め圧縮の場合は、本発明のエネルギー吸収部材 1 の方が明らかに荷重の立ち上がりが早く、吸収エネルギーが大きい。すなわち、前述のことが裏付けられる。

【0028】なお、本発明は前記各実施例に限定されるものではなく、例えば、図 9 (a) に示すように傾斜面 2 の数を 1 個にしたり、あるいは 3 個以上にしてもよい。傾斜面 2 の少ない方が斜め荷重に対するエネルギー吸収能からも、又、加工工数を少なくしてコスト低減を図る上でも好ましい。しかし、エネルギー吸収部材 1 の圧縮挙動の軸に対する方向性を無くすることが求められる場合は、傾斜面の数を多くして先端形状のバランスをとってやる方がよい。又、筒状体の一部を切り取る際に図 9 (b) に示すように切り口が周面と直角になるようにしてもよい。又、エネルギー吸収部材 1 を構成する筒状体は、製作容易性の点からは円筒体が好ましいが、多面筒体でもよい。しかし、多面筒体とする場合には、面と面との接合部が角部となって異常な応力集中が生じるのを防止するため、接合部を曲面として周方向の繊維間に発生した層間亀裂が円滑に伝播するようにするのが好ましい。又、素材の FRP を構成する樹脂はエポキシ樹脂に限らずフェノール樹脂、不飽和ポリエステルなどの熱硬化性樹脂の他、ポリエステル、ポリイミド等の熱可塑性樹脂を使用してもよい。又、強化繊維としてガラス繊維に代えてカーボン繊維、アラミド繊維等の高強度の物性をもった各種の機能繊維を使用してもよい。又、エネルギー吸収部材をバンパの支持部材として使用する他に、直接衝撃荷重を受ける衝撃吸収部材やヘリコプターの座席床下部に適用してもよい。

【0029】

【発明の効果】以上詳述したように本発明のエネルギー吸収部材は、破壊される際に筒状体の面積の小さな側の端部から徐々に破壊が始まり、全体的にほぼ一定の荷重レベルを保って変化し、しかもエネルギー吸収部材の全ての部位で座屈破壊を起こしてエネルギーを吸収するので、エネルギー吸収量が大きくなるとともに部材重量当たりのエネルギー吸収効率が良くなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のエネルギー吸収部材の概略斜視図である。

【図 2】比較例のエネルギー吸収部材の概略斜視図であ

る。

【図3】端部面積と円筒面積の比を変化させた場合の筒状体の端部面積と破壊初期の最大荷重との関係を示した図である。

【図4】エネルギー吸収部材に斜め圧縮荷重を加える際の支持状態を示す正面図である。

【図5】本発明のエネルギー吸収部材に軸方向荷重を加えた場合の圧縮荷重—変位量曲線である。

【図6】比較例のエネルギー吸収部材に軸方向荷重を加えた場合の圧縮荷重—変位量曲線である。

【図7】本発明のエネルギー吸収部材に30°斜め荷重*

※を加えた場合の圧縮荷重—変位量曲線である。

【図8】比較例のエネルギー吸収部材に30°斜め荷重を加えた場合の圧縮荷重—変位量曲線である。

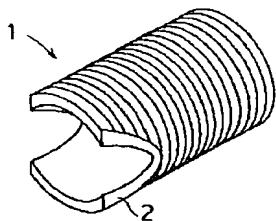
【図9】(a)は変更例のエネルギー吸収部材を示す概略斜視図、(b)は別の変更例のエネルギー吸収部材を示す正面図である。

【図10】従来の衝撃保護用構造材を示す概略斜視図である。

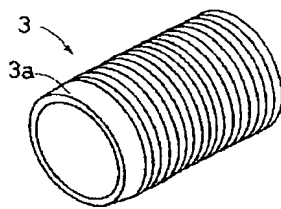
【符号の説明】

10 1…エネルギー吸収部材、2…傾斜面。

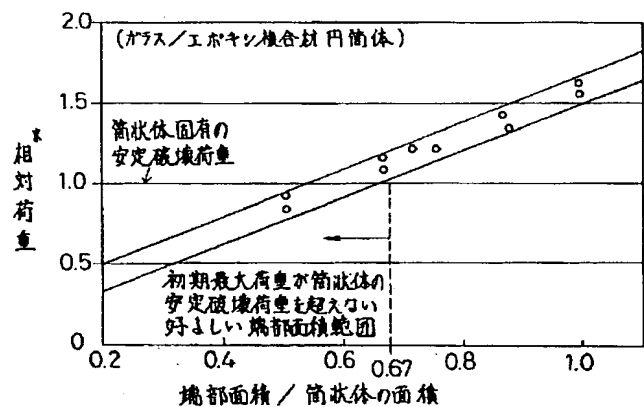
【図1】



【図2】

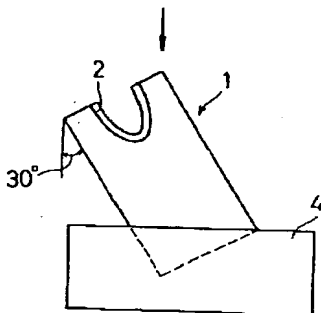


【図3】

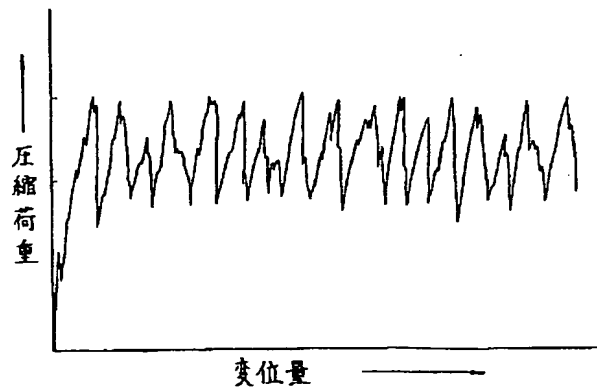


* 相対荷重；筒状体固有の安定破壊荷重(ピーク値)を1として表示した荷重値

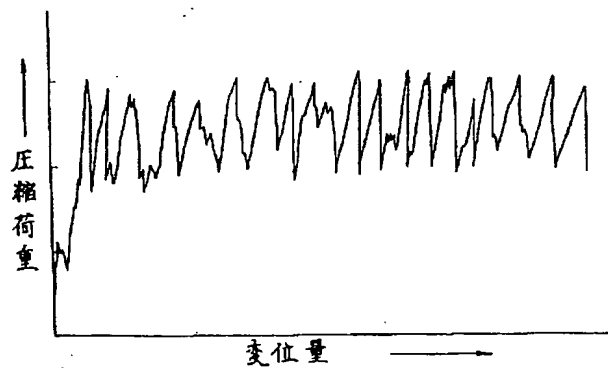
【図4】



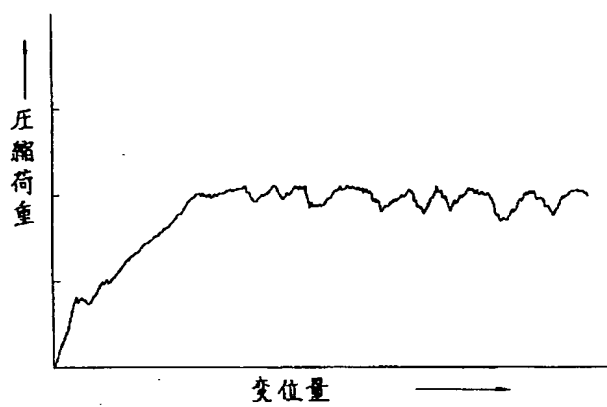
【図5】



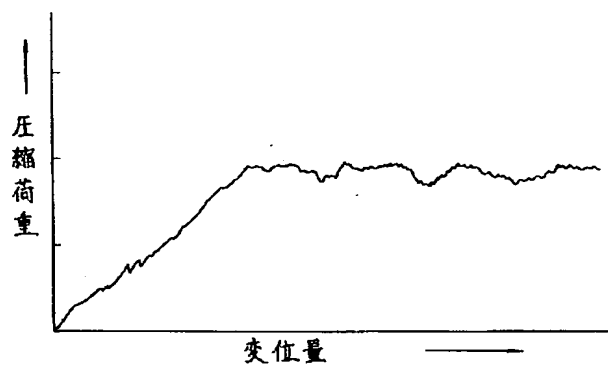
【図6】



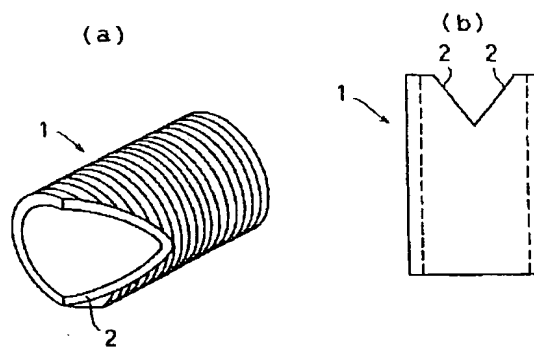
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

